

# 20V、200mA 超低噪声、超高PSRR线性稳压器

CM6111 数据手册

## 特征

- 超低 RMS 噪声:  $0.8\mu\text{VRms}$  (10Hz~100kHz)
  - 超低散粒噪声:  $2\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  (10kHz)
  - 超高 PSRR: 78dB (1MHz)
  - 输出电流: 200mA
  - 宽电源电压输入范围: 2.6V~20V
  - $100\mu\text{A}$  SET 管脚电流: 初始精度  $\pm 1\%$
  - 高带宽: 1MHz
  - 低压差: 350mV
  - 输出电压范围: 1.7V~15V
  - 最小输出电容:  $4.7\mu\text{F}$  陶瓷电容
  - 内部限流保护以及可编程外部限流设置
  - 单个电阻设置输出电压
  - 可编程 PG 指示信号
  - 快速启动能力
  - 使能/欠压闭锁控制管脚
  - 可并联多个芯片以降低噪声和增加输出电流
  - MSOP10 3mm x 3mm、DFN10 3mm x 3mm 封装

## 应用

- 高精度仪器仪表
  - 高精度 ADC/DAC 电源
  - 射频低噪声电源：PLL、VCO、混频器、LNA
  - 开关电源的后置稳压电源

## 概述

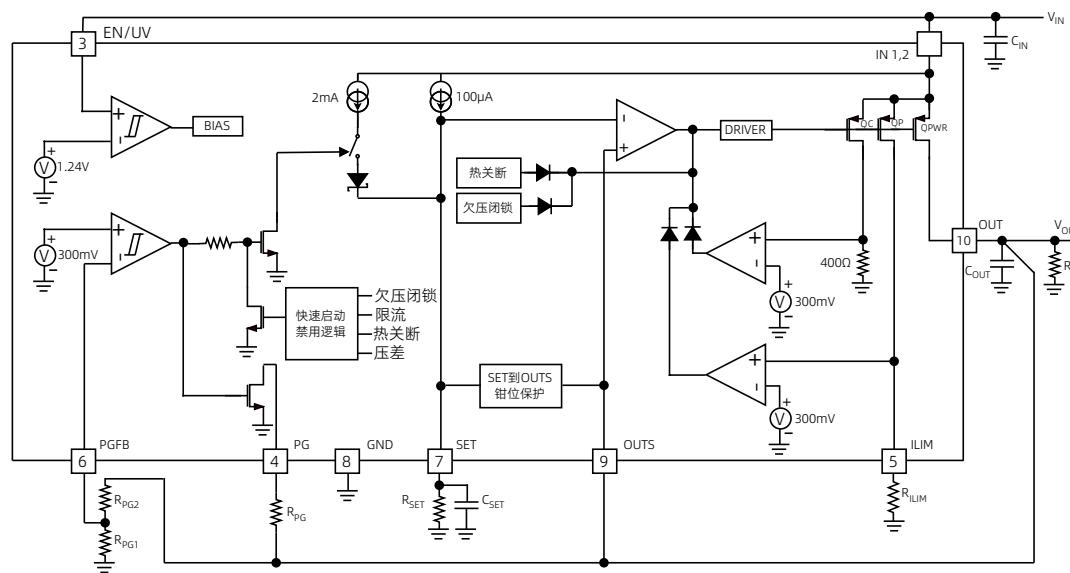
CM6111 是一款高性能低压差线性稳压器，采用超低噪声和超高 PSRR 结构，非常适用于对噪声敏感的应用场景。CM6111 片内集成了高精度电流基准和高性能电压缓冲器，配合片外的单个电阻即可实现输出电压的设置。得益于这种结构，还可将多个芯片并联使用，从而进一步降低噪声、增加输出电流，以及改善 PCB 板上的散热。

CM6111 可在 350mV 典型压差下提供 200mA 输出电流。正常工作时静态电流典型值为 2mA，关断模式下小于 1 $\mu$ A。CM6111 能够在 1.7V~15V 的宽输出电压范围内提供稳定而优异的性能，输出噪声、PSRR、带宽和负载调整率几乎不受输出电压的影响。此外，该稳压器还具有可编程电流限值、快速启动，以及 PG 指示等特性。

CM6111 在输出端最小采用  $4.7\mu F$  的陶瓷电容即可实现稳定工作。同时，芯片还具有限流保护和过热保护功能，以保证整个系统的安全性。

CM6111 采用 MSOP10 型和 DFN10 型封装，其最佳工作温度范围为 -40°C~125°C。

# 架构框图



# 目录

封页.....	1	输入电容.....	13
特征.....	1	SET 管脚电容.....	13
应用.....	1	高振动环境.....	13
概述.....	1	输出噪声.....	13
架构框图.....	1	快速启动.....	14
文档历史.....	3	使能/欠压闭锁.....	14
管脚配置和功能.....	4	可编程电源良好指示.....	14
管脚配置.....	4	外部可编程电流限值.....	14
管脚功能.....	4	多芯片并联.....	14
绝对最大额定值.....	6	热特性.....	14
电气规格.....	7	封装及订购信息.....	15
典型特征.....	10	封装形式.....	15
工作原理.....	12	产品外形图.....	15
输出电压.....	12	MSOP10.....	15
输出检测和稳定性.....	12	DFN10.....	17
输出电容.....	13	订购信息.....	18

## 文档历史

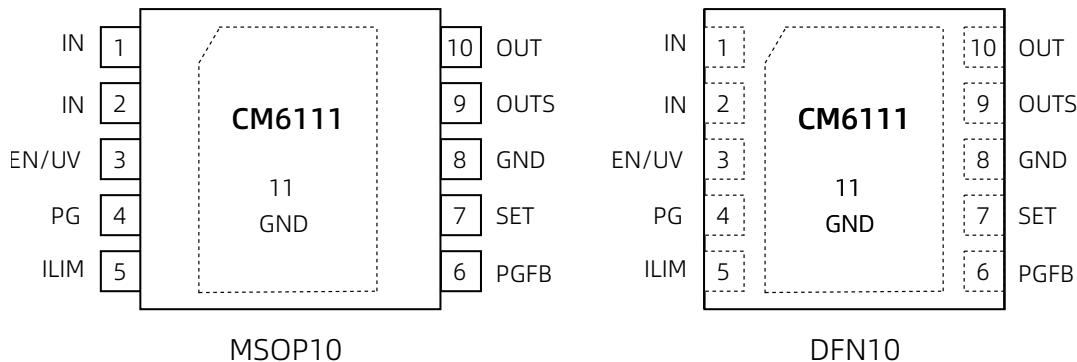
下表列举了本文档自产品发布后的所有更新。

文档版本	修订日期	内容描述
V1.0	2024-09-20	初版发布。

# 管脚配置和功能

## 管脚配置

以下为 CM6111 MSOP10 和 DFN10 封装管脚示意图：



## 管脚功能

编号	名称	类型	说明
1, 2	IN	PWR	为稳压器供电。通常，电池或上级电源的输出阻抗会随频率增高，因此 CM6111 在 IN 上需要一个 $4.7\mu F$ 的旁路电容。而负载瞬变较大的应用则需要更高的输入电容来防止输入电压下降。
3	EN/UV	AI	使能/欠压闭锁。将 CM6111 的 EN/UV 置低可使其进入关断模式。关断模式下静态电流降至 $1\mu A$ 以下，输出电压被切断。或者，EN/UV 可通过 IN 与 GND 之间的电阻分压器设定一个输入电源欠压闭锁 (UVLO) 阈值。当 EN/UV 电压上升超过 $1.24V$ 时，CM6111 会接通，并在下降时产生一个 $80mV$ 的迟滞电压。EN/UV 被驱动到高于 IN 电压时，仍可以正常工作。不使用 EN/UV 时，可将其连接至 IN，且不可悬空。
4	PG	AO	电源良好指示。该管脚是漏极开路输出，负责指示输出电压是否建立完成。当 PGFB 电压低于 $300mV$ 时，PG 被拉至低电平。如果不需要 PG 指示功能，可将 PG 浮空。
5	ILIM	AI/O	电流限值编程。在 ILIM 和 GND 之间连接一个电阻可设置电流限值。为了获得更高准确度，可采用开尔文连接方式将该电阻直接连接至 GND。比例系数的典型值为 $120mA \cdot k\Omega$ 。如果不需可编程电流限值功能，可将 ILIM 连接至 GND。
6	PGFB	AI	PG 反馈输入管脚。如果 PGFB 上的电压上升超过 $300mV$ ，则 PG 被拉至高电平。在 OUT、PGFB 与 GND 之间连接一个外部电阻分压器，即可使用以下传输函数设置 PG 指示阈值： $0.3V \times (1 + R_{PG2}/R_{PG1})$ 。同时，PGFB 可启用快速启动电路。如果不需 PG 指示和快速启动功能，可将 PGFB 连接至 IN。
7	SET	AI/O	输出电压设置。SET 提供一个 $100\mu A$ 的精准电流，该电流流经 SET 和 GND 之间的外部电阻。输出电压由 $V_{SET} = I_{SET} \times R_{SET}$ 决定，范围为 $1.7V \sim 15V$ 。在 SET 和 GND 之间增加电容可改善噪声、PSRR 和瞬态响应，但是也会增加启动时间。为了获得最优负载调整率，SET 电阻接地端和负载接地端需要采用开尔文连接。
8	GND	GND	接地。

编号	名称	类型	说明
9	OUTS	AI/O	输出检测。为了实现最佳静态性能和负载调节，将 OUTS 管脚通过开尔文连接方式连接至输出电容和负载。同时，将输出电容和 SET 管脚电容的 GND 接线直接连在一起，并将输入和输出电容（以及 GND 连接）放至足够近。
10	OUT	AO	电压输出。为了实现稳定性，需使用一个 ESR 低于 50mΩ，ESL 低于 2nH 的最小 4.7μF 的输出电容。较大负载瞬变需要更大的输出电容来限制峰值电压瞬变。
11	EPAD	GND	为了确保电性能和热性能特性，将该管脚直接连接至 GND。

## | 绝对最大额定值

参数	最小值	最大值	单位
<b>温度</b>			
工作温度	-40	125	°C
存储温度	-65	150	°C
结温		150	°C
回流焊	铅锡焊接温度	235	°C
	无铅焊接温度	260	°C
θJA		41.4	°C/W
θJB		15.8	°C/W
<b>耐压</b>			
IN、EN/UV、PG、PGFB	-0.3	22	V
ILIM	-0.3	1	V
SET、OUTS、OUT	-0.3	16	V
SET 到 OUT/OUTS	-1.2	1.2	V
<b>ESD</b>			
HBM	2000		V
CDM	2000		V

注1：采用本表以外的数值可能会对芯片造成永久性损坏，而长时间暴露于本表数值条件下可能会影响芯片的稳定性和使用寿命。  
注2：所有电压值都是基于GND的。

## 电气规格

默认测试条件：TA = -40°C~125°C。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
最小 IN 管脚电压 <sup>1</sup>	$I_L = 200\text{mA}$ , $V_{IN}$ UVLO 上升		2.1		V
	$V_{IN}$ UVLO 迟滞		60		mV
SET 管脚电流	$2.6\text{V} < V_{IN} < 20\text{V}$ , $1.7\text{V} < V_{OUT} < 15\text{V}$ , $1\text{mA} < I_L < 200\text{mA}$ <sup>2</sup>	98	100	102	μA
快速启动 SET 管脚电流	$V_{IN} = 2.8\text{V}$ 、 $V_{PGFB} = 289\text{mV}$ , $V_{SET} = 1.7\text{V}$ , TA=25°C		2		mA
输出失调电压 $V_{OS}$ ( $V_{OUT} - V_{SET}$ ) <sup>3</sup>	$2.6\text{V} < V_{IN} < 20\text{V}$ , $1.7\text{V} < V_{OUT} < 15\text{V}$ , $1\text{mA} < I_L < 200\text{mA}$ <sup>2</sup>	-2	4		mV
线性调整率	$\Delta I_{SET}$ , $V_{IN} = 2.6\text{V}\sim 20\text{V}$ , $V_{OUT} = 1.7\text{V}$ , $I_L = 1\text{mA}$		2.1	±6	nA/V
	$\Delta V_{OS}$ , $V_{IN} = 2.6\text{V}\sim 20\text{V}$ , $V_{OUT} = 1.7\text{V}$ , $I_L = 1\text{mA}$		1.3	±3	μV/V
负载调整率	$\Delta I_{SET}$ , $V_{IN} = 2.6\text{V}$ , $V_{OUT} = 1.7\text{V}$ , $I_L = 1\text{mA}\sim 200\text{mA}$ , TA = 25°C		12.7		nA
	$\Delta V_{OS}$ , $I_L = 1\text{mA}\sim 200\text{mA}$ , $V_{IN} = 2.6\text{V}$ , $V_{OUT} = 1.7\text{V}$		1.5	3	mV
$I_{SET}/V_{OS}$ 随 $V_{SET}$ 变化	$\Delta I_{SET}$ , $V_{IN} = 20\text{V}$ , $V_{SET} = 1.7\text{V}\sim 15\text{V}$ , $I_L = 1\text{mA}$		200	400	nA
	$\Delta V_{OS}$ , $V_{IN} = 20\text{V}$ , $V_{SET} = 1.7\text{V}\sim 15\text{V}$ , $I_L = 1\text{mA}$		0.11	0.6	mV
压差	$I_L = 1\text{mA}$ , TA = 25°C		320		mV
	$I_L = 50\text{mA}$ , TA = 25°C		325		mV
	$I_L = 150\text{mA}$ , TA = 25°C <sup>4</sup>		330		mV
	$I_L = 200\text{mA}$ , TA = 25°C <sup>4</sup>		335		mV
GND 管脚电流 ( $V_{IN} = V_{OUT} + 1\text{V}$ ) <sup>5</sup>	$I_L = 10\mu\text{A}$		2.7	3.8	mA
	$I_L = 1\text{mA}$		2.7	3.8	mA
	$I_L = 50\text{mA}$		4.1	5	mA
	$I_L = 100\text{mA}$		5	5.9	mA
	$I_L = 200\text{mA}$		6.9	7.8	mA
输出电压噪声频谱密度 <sup>3,6</sup>	$V_{OUT} = 3.3\text{V}$ , $I_L = 200\text{mA}$ , 10Hz, $C_{OUT} = 4.7\mu\text{F}$ , $C_{SET} = 0.47\mu\text{F}$ , TA = 25°C		530		nV/√Hz
	$1.7\text{V} \leq V_{OUT} \leq 15\text{V}$ , $I_L = 200\text{mA}$ , 10Hz, $C_{OUT} = 4.7\mu\text{F}$ , $C_{SET} = 4.7\mu\text{F}$ , TA = 25°C		78		nV/√Hz
	$1.7\text{V} \leq V_{OUT} \leq 15\text{V}$ , $I_L = 200\text{mA}$ , 10kHz, $C_{OUT} = 4.7\mu\text{F}$ , $C_{SET} = 0.47\mu\text{F}$ , TA = 25°C		2		nV/√Hz

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出 RMS 噪声 <sup>3,6</sup>	$V_{OUT} = 3.3V$ , $I_L = 200mA$ , $10Hz \sim 100kHz$ , $C_{OUT} = 4.7\mu F$ , $C_{SET} = 0.47\mu F$ , $TA = 25^\circ C$		1.9		$\mu V_{rms}$
	$1.7V \leq V_{OUT} \leq 15V$ , $I_L = 200mA$ , $10Hz \sim 100kHz$ , $C_{OUT} = 4.7\mu F$ , $C_{SET} = 4.7\mu F$ , $TA = 25^\circ C$		0.8		$\mu V_{rms}$
基准电流 RMS 输出噪声 <sup>3,6</sup>	$10Hz \sim 100kHz$ , $TA = 25^\circ C$		6		nArms
纹波抑制 <sup>3,6</sup>	$1.7V \leq V_{OUT} \leq 15V$ , $V_{IN}-V_{OUT} = 2V$ (平均值), $V_{RIPPLE} = 500mVpp$ , $f_{RIPPLE} = 120Hz$ , $I_L = 200mA$ , $C_{OUT} = 4.7\mu F$ , $C_{SET} = 4.7\mu F$ , $TA = 25^\circ C$		114		dB
	$1.7V \leq V_{OUT} \leq 15V$ , $V_{IN}-V_{OUT} = 2V$ (平均值), $V_{RIPPLE} = 150mVpp$ , $f_{RIPPLE} = 10kHz$ , $I_L = 200mA$ , $C_{OUT} = 4.7\mu F$ , $C_{SET} = 0.47\mu F$ , $TA = 25^\circ C$		110		dB
	$1.7V \leq V_{OUT} \leq 15V$ , $V_{IN}-V_{OUT} = 2V$ (平均值), $V_{RIPPLE} = 150mVpp$ , $f_{RIPPLE} = 100kHz$ , $I_L = 200mA$ , $C_{OUT} = 4.7\mu F$ , $C_{SET} = 0.47\mu F$ , $TA = 25^\circ C$		99		dB
	$1.7V \leq V_{OUT} \leq 15V$ , $V_{IN}-V_{OUT} = 2V$ (平均值), $V_{RIPPLE} = 150mVpp$ , $f_{RIPPLE} = 1MHz$ , $I_L = 200mA$ , $C_{OUT} = 4.7\mu F$ , $C_{SET} = 0.47\mu F$ , $TA = 25^\circ C$		80		dB
	$1.7V \leq V_{OUT} \leq 15V$ , $V_{IN}-V_{OUT} = 2V$ (平均值), $V_{RIPPLE} = 80mVpp$ , $f_{RIPPLE} = 10MHz$ , $I_L = 200mA$ , $C_{OUT} = 4.7\mu F$ , $C_{SET} = 0.47\mu F$ , $TA = 25^\circ C$		45		dB
EN/UV 阈值电压	EN/UV 跳变点上升 (开启), $V_{IN} = 2.6V$	1.17	1.24	1.3	V
EN/UV 迟滞电压	EN/UV 跳变点迟滞, $V_{IN} = 2.6V$ , $TA = 25^\circ C$	60	80	112	mV
EN/UV 管脚电流	$V_{EN/UV} = 0V$ , $V_{IN} = 20V$		0		$\mu A$
	$V_{EN/UV} = 1.24V$ , $V_{IN} = 20V$		0		$\mu A$
	$V_{EN/UV} = 20V$ , $V_{IN} = 0V$		0		$\mu A$
关断模式下静态电流	$V_{IN} = 6V$			15.7	$\mu A$
	$V_{IN} = 6V$ , $TA = 25^\circ C$		1		$\mu A$
内部电流限值	$V_{IN} = 2.6V$ , $V_{OUT} = 0V$ , $TA = 25^\circ C$		300		mA
	$V_{IN} = 12V$ , $V_{OUT} = 0V$ , $TA = 25^\circ C$		300		mA
	$V_{IN} = 20V$ , $V_{OUT} = 0V$ , $TA = 25^\circ C$		300		mA
可编程电流限制	可编程比例系数, $2.6V < V_{IN} < 20V$ , $TA = 25^\circ C$		120		$mA \cdot k\Omega$
	$V_{IN} = 2.6V$ , $V_{OUT} = 0V$ , $R_{ILIM} = 625\Omega$ , $TA = 25^\circ C$		192		mA
	$V_{IN} = 2.6V$ , $V_{OUT} = 0V$ , $R_{ILIM} = 2.5k\Omega$ , $TA = 25^\circ C$		48		mA
PGFB 阈值电压			300		mV

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
PGFB 迟滞电压		15			mV
PGFB 管脚电流	$V_{IN} = 2.6V, V_{PGFB} = 300mV, TA = 25^\circ C$	1			nA
PG 输出低电压	$I_{PG} = 100\mu A$	30	36		mV
PG 漏电流	$V_{PG} = 20V$	1			$\mu A$
热关断	$T_J$ 上升	170			$^\circ C$
	迟滞	16.5			$^\circ C$
启动时间	$V_{OUT} = 5V, I_L = 200mA, C_{SET} = 0.47\mu F, V_{IN} = 6V, V_{PGFB} = 6V, TA = 25^\circ C$	55			ms
	$V_{OUT} = 5V, I_L = 200mA, C_{SET} = 4.7\mu F, V_{IN} = 6V, V_{PGFB} = 6V, TA = 25^\circ C$	550			ms
	$V_{OUT} = 5V, I_L = 200mA, C_{SET} = 4.7\mu F, V_{IN} = 6V, R_{PG1} = 50k\Omega, R_{PG2} = 700k\Omega$ (快速启动到 $V_{OUT}$ 的 90%) , $TA = 25^\circ C$	10			ms

注1：EN/UV管脚阈值必须满足条件以确保芯片运行。

注2：最大结温限制了工作条件。规定的输出电压规格并不适用于所有输入电压和输出电流组合。如果在最大输出电流下工作，则限制输入电压范围；如果在最大输入电压下工作，则限制输出电流范围。

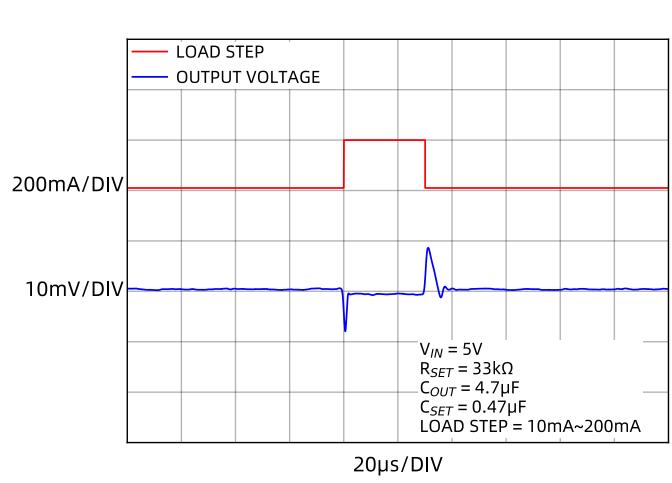
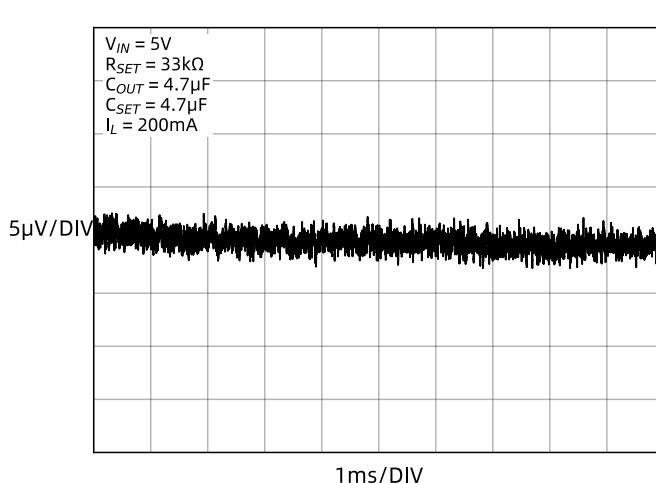
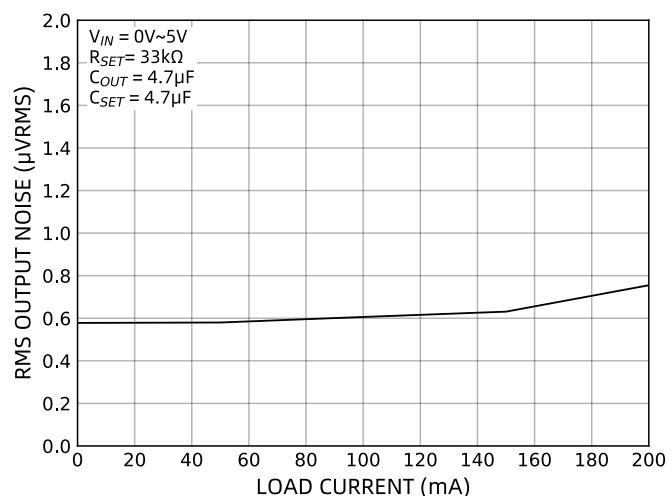
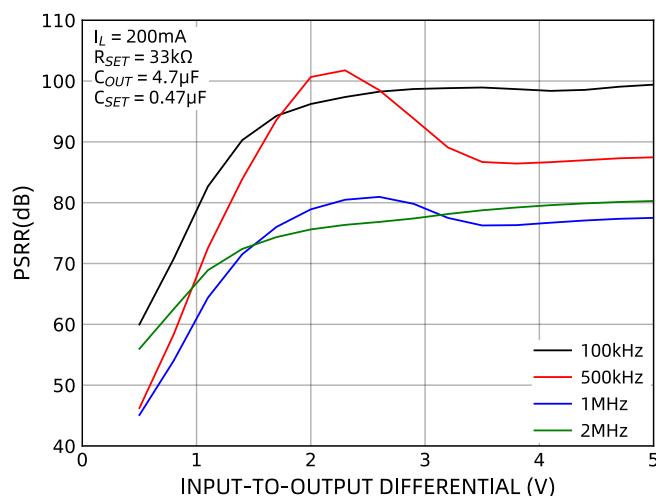
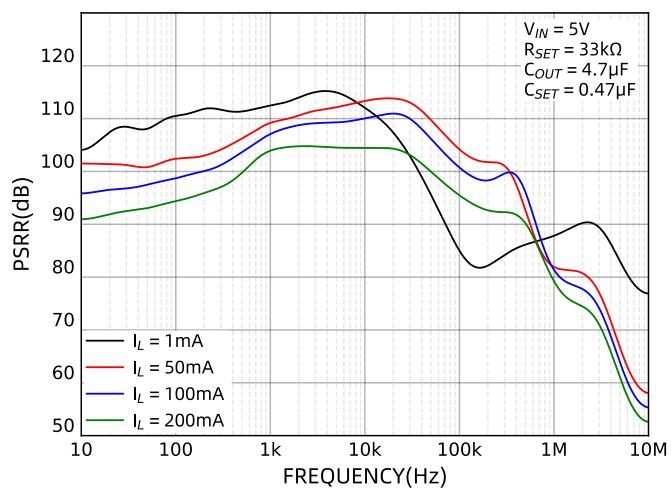
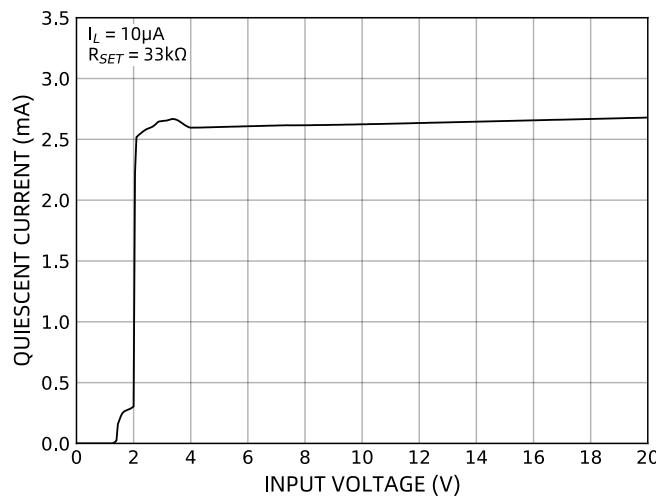
注3：OUTS直接连接至OUT。

注4：压差电压是指在规定的输出电流下维持稳压所需的最小输入至输出电压差。压差电压在超出调节范围达1%时进行测量。

注5：GND管脚电流不包括SET管脚或ILIM管脚电流。

注6：在SET管脚电阻的两端增设电容可降低输出电压噪声，该电容可以旁路掉SET管脚电阻的噪声以及基准电流的噪声。这时，输出噪声就等于误差放大器噪声。使用一个SET管脚旁路电容同时也增加了启动时间。

## | 典型特征



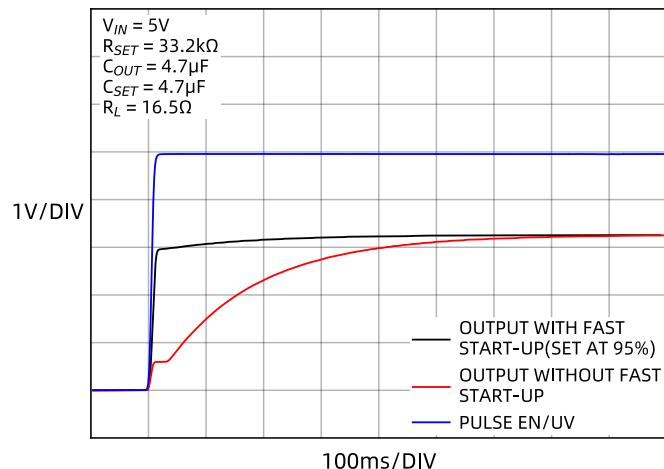


图 7 启动时间

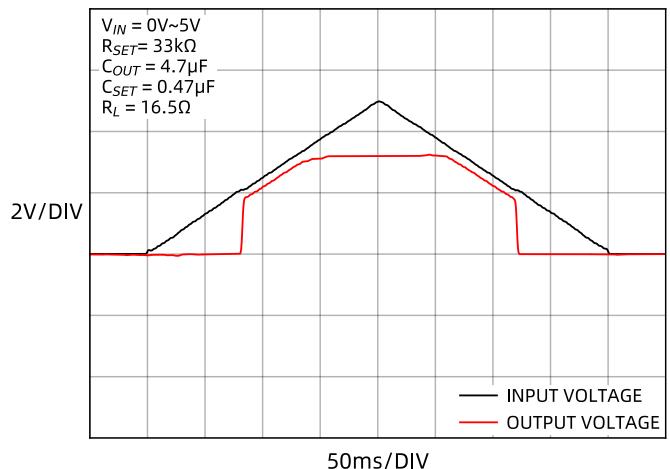


图 8 电压上升和下降

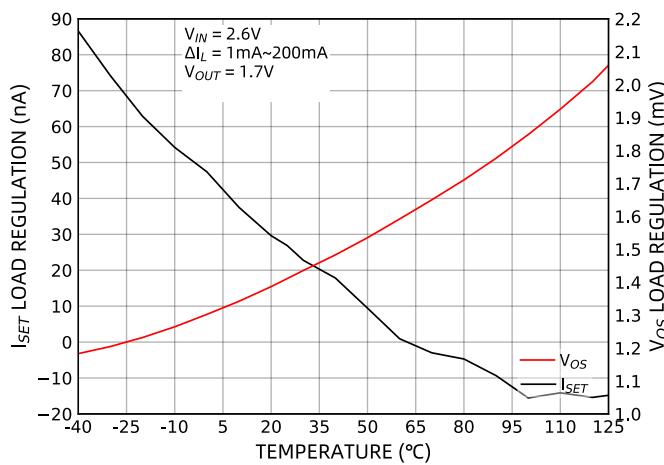
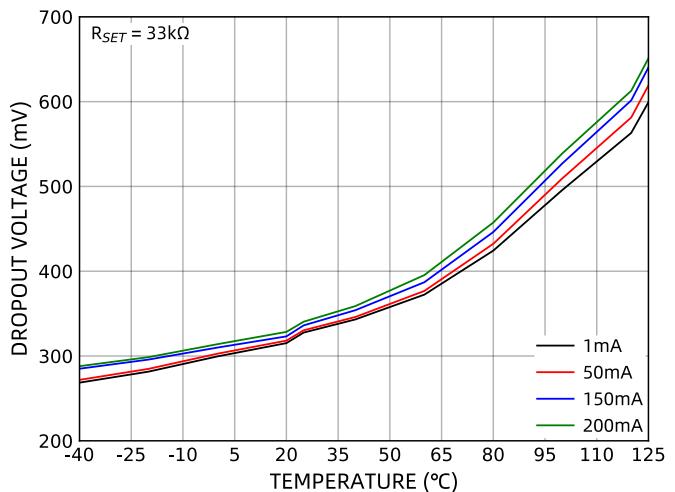
图 9  $I_{SET}/V_{OS}$  随温度的变化

图 10 压差随温度的变化

## 工作原理

作为一款高性能低压差线性稳压器，CM6111 简单易用，集成了高性能稳压器所需要的所有保护功能，包括短路保护和具有迟滞的热关断保护。

## 输出电压

CM6111 内置了一个从 SET 管脚引出的高精度  $100\mu\text{A}$  电流源，该管脚同时连接至误差放大器的反相输入端。如图 11 所示，在 SET 管脚和地之间连接一个电阻可为误差放大器产生一个基准电压，该电压是 SET 管脚电流和 SET 管脚电阻的乘积。

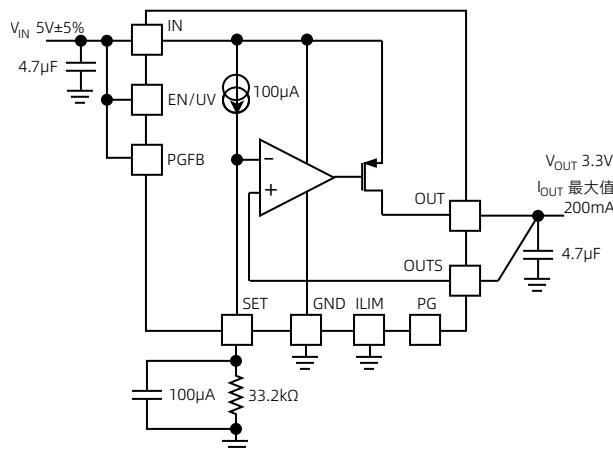


图 11 可调稳压器的典型应用

CM6111 的误差放大器和电流基准可提供  $1.7\text{V} \sim 15\text{V}$  的宽输出电压范围。表 1 列举了常用的输出电压和对应的 1% 精度的电阻。

表 1 常用输出电压和 1% 电阻

$V_{\text{OUT}}$ (V)	$R_{\text{SET}}$ (kΩ)
2.5	24.9
3.3	33.2
5	49.9
12	121
15	150

相比于传统稳压器中使用电压基准的情形，采用电流基准可保证 CM6111 始终在单位增益配置下工作，与编程输出电压无关。这使得 CM6111 具有不受输出电压影响的环路增益、频率响应和带宽。因此，噪声、PSRR 和瞬态性能不随输出电压变化。同时，由于输出电压与误差放大器的反馈系数无关，可将输出负载调整率严格地限制在几 mV 范围内，而不是输出电压的固定百分比。

由于电流源精度较高，SET 管脚电阻可能会成为实现高精度的限制因素。因此，该电阻必须是一个高精度电阻。此外，任何 SET 管脚上的漏电流都会在输出电压上产生误差。建议采用高质量的绝缘材料，例如特氟龙、聚三氟氯乙烯；另外，还需要清洁所有

的绝缘表面以去除焊剂和其他残留物。高湿度环境中，需要在 SET 管脚上涂抹表面涂层以提供防潮层。

SET 管脚上的  $100\text{nA}$  的漏电流会在基准电压中产生一个 0.1% 的误差，如果再叠加其他因素导致的漏电流，将会在输出电压上引入显著的误差，尤其是在宽工作温度范围内。为了最大程度地减小 SET 管脚上的漏电流，建议在 PCB 板的双面均采用保护环将 SET 管脚包围起来，保护环的电位与 SET 自身电位相近，理想情况下可以接至 OUT 管脚。此种方案漏电流的大小取决于保护环的宽度。图 12 展示了一种典型的保护环布局方法。

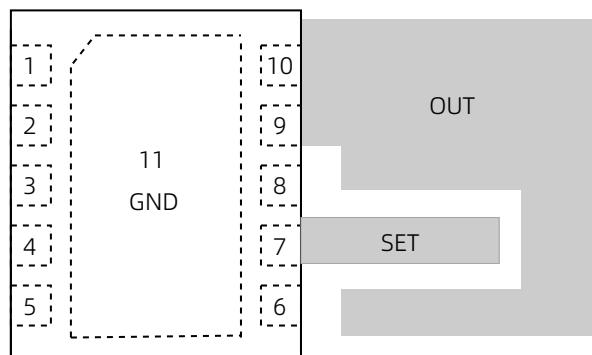


图 12 保护环布局

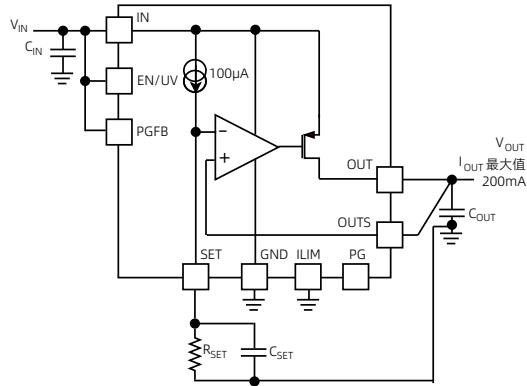
由于 SET 管脚是一个阻抗较高的节点，因此干扰信号可能会耦合到 SET 管脚并导致工作不稳定。当在重负载电流条件下采用一个极小的输出电容工作时，这种现象最为突出。利用一个小电容（ $10\text{nF}$  足够）将 SET 管脚旁路接地可解决此问题。

对于需要高精度或可调输出电压的应用，可由一个能够吸收  $100\mu\text{A}$  的外部电压基准来驱动 SET 管脚。此种连接方法可以消除 SET 漏电流或  $R_{\text{SET}}$  阻值偏差所造成的输出电压误差。

## 输出检测和稳定性

为了精确地对输出电压进行检测，CM6111 的 OUTS 管脚以及 SET 管脚电阻  $R_{\text{SET}}$  的 GND 端，都需要进行开尔文连接。

为了实现超高 PSRR，CM6111 带宽高达  $1\text{MHz}$ ，这已经接近一个典型  $4.7\mu\text{F}$  陶瓷电容的自谐振频率（约  $2.3\text{MHz}$ ），因此在反馈回路中需要避免增加额外阻抗（ESR 和 ESL）以保证稳定性。如图 13 所示，将 OUTS 管脚直接连接至输出电容 ( $C_{\text{OUT}}$ )，将 SET 管脚电阻和电容的 GND 端直接连接至  $C_{\text{OUT}}$  的 GND 端，并使输入电容 ( $C_{\text{IN}}$ ) 和  $C_{\text{OUT}}$  的 GND 端尽量靠近，以最大程度减少 PCB 走线和所引入的寄生阻抗。

图 13 C<sub>OUT</sub> 和 C<sub>SET</sub> 连接实现稳定性

## 输出电容

CM6111 需要一个输出电容以实现稳定性。鉴于其约 1MHz 的高带宽，低 ESR 和 ESL 的陶瓷电容是合适的选择。推荐采用一个 ESR 低于 50mΩ，ESL 低于 2nH 的最小 4.7μF 的输出电容。

单个 4.7μF 的陶瓷电容已经可以获得足够的高 PSRR 和低噪声性能，更大数值的输出电容对性能的改善非常有限，因为带宽会随着输出电容的增加而减小。但是如果负载突变时输出电压上产生的纹波峰值是更为关心的指标，那么更大的输出电容确实可以带来正向收益。

不同类型的陶瓷电容所采用的电介质不同，在不同的温度和电压下工作特性也不同。推荐使用 X5R 和 X7R 电容来提供更好的性能。

## 输入电容

CM6111 在输入管脚加上 4.7μF 的电容即可实现稳定，建议使用低 ESR 的陶瓷电容。同时应采用尽量短的导线将电源连接到 CM6111 的输入端和地，因为过长导线的寄生电感与输入电容会产生谐振电路，在大负载电流时会造成稳定性问题。

对于输入端有较长导线的情形，可以将输入电容增大来解决稳定性问题，实现应用稳定所需的最小输入电容也会随着输出电容和负载电流变化。在 CM6111 的输出端放置额外电容对于稳定性也是有帮助的。但是，与增加输入旁路相比则需要更多的电容。电源和 CM6111 输入端之间放置串联电阻也有助于稳定应用电路，0.1Ω~0.5Ω 的串联电阻便足够，该阻抗可对 LC 谐振电路施加阻尼，代价是损失压差电压。一种更好的替代方案是在 CM6111 输入端采用一个与 4.7μF 陶瓷电容并联的较高 ESR 的钽电容或电解电容。

对于 CM6111 供电电源为开关电源的应用，CM6111 的输入电容会导致芯片附近产生交流电流，此相对较高的开关频率电流产生电磁场，耦合到 CM6111 输出，从而降低其有效 PSRR。因为高度依赖于 PCB 板、前置开关电源和输入电容，在 1MHz 频点，PSRR 的恶化可轻易超过 30dB。虽然对于传统的低 PSRR 稳压器可忽略不计，但 CM6111 的超高 PSRR 要求密切关注高阶寄生效应，以实现稳压器的全部性能。

为了缓解 CM6111 附近高频率开关电流的流动，可完全移除 CM6111 输入电容，同时保证开关电源的输出电容距离 CM6111 超过约 2.5 厘米即可，磁耦合随着距离的增加快速减小。但是如

果前置开关电源距 CM6111 过远，不加输入电容同样会存在前文所描述的寄生 LC 震荡问题。

## SET 管脚电容

在 SET 管脚增加一个旁路电容，不仅可以降低输出噪声，还可以改善 PSRR 和瞬态性能。但是需要注意旁路电容的漏电会直接影响 CM6111 的精度，即使 100nA 的漏电流也相当于 0.1% 的直流误差，因此，建议采用一个优质的低漏电陶瓷电容。

另外，使用一个 SET 管脚旁路电容还可以实现输出的软启动并限制浪涌电流。由 SET 管脚电阻和电容形成的 RC 时间常数用于控制软启动时间，V<sub>OUT</sub> 从 0% 上升到 90% 所需时间为：

$$t_{SS} \approx 2.3 \times R_{SET} \times C_{SET} \quad (\text{快速启动禁用})$$

## 高振动环境

一些陶瓷电容具有压电响应，在受到系统内部的机械振动而产生应力时，陶瓷电容两端会产生电压。

CM6111 应用在高振动环境中具有三个不同的压电噪声产生源：输出、输入和 SET 三个管脚连接的陶瓷电容。由于 CM6111 在宽频率范围内具有非常低的输出阻抗，输出端陶瓷电容产生的噪声也可以忽略。同样，由于 CM6111 具有超高 PSRR，使用输入端陶瓷电容可产生可忽略的输出噪声。然而，SET 管脚的阻抗较高，任何来自 SET 管脚的陶瓷电容的压电响应均会产生显著的输出噪声，噪声峰值可以达到数百 μV。此外，由于 SET 管脚的电容对高 ESR 和高 ESL 不敏感，所以任何非压电响应的电容（钽电容，电解电容，薄膜电容等）均可以在 SET 管脚使用。无论何种类型电容，都推荐使用表贴器件。

## 输出噪声

CM6111 在噪声方面具备诸多优势。传统线性稳压器具有几个噪声源，最关键的噪声源是电压基准、误差放大器，电阻分压器（用于设定输出电压）的噪声以及由该电阻分压器产生的噪声增益。很多低噪声稳压器采用基准电压，对基准电压加容进行低频滤波。

与绝大多数线性稳压器不同，CM6111 并未使用电压基准；相反，它采用了一个 100μA 电流基准。该电流基准以  $20\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ （在 10Hz~100kHz 带宽内为 6nArms）的典型噪声电流水平运行。产生的电压噪声等于电流噪声乘以电阻值，接着再与误差放大器的噪声和  $\sqrt{4\text{kTR}}$  的电阻自身噪声（其中 k = 玻耳兹曼常数  $1.38 \times 10^{-23}\text{J/K}$ ，T 为绝对温度）进行 RMS 求和运算。

传统线性稳压器面临的一个问题是用于设置输出电压的电阻分压器放大了基准噪声。与此相反，CM6111 的单位增益跟随器架构使得 SET 至 OUT 之间的增益为 1。因此，如果在 SET 管脚电阻旁并联一个电容，SET 管脚外接电阻的噪声被滤得足够低，输出噪声将与编程输出电压无关；这样，在采用一个 4.7μF SET 管脚电容的情况下，最终产生的输出噪声仅由误差放大器的噪声决定，通常为 0.8uVrms。并联多个 CM6111 可进一步使噪声下降  $\sqrt{N}$  倍（N 为并联稳压器的数量）。

## 快速启动

对于需要低  $1/f$  噪声的超低噪声（频率低于 100Hz）应用，需要一个较大数值的 SET 管脚电容。虽然这种情况会显著增加稳压器的启动时间，但 CM6111 内置了可在启动期间把 SET 管脚电流增加至 2mA 的快速启动电路。

如架构框图所示，2mA 电流源在 PGFB 低于 300mV 时继续保持运行，除非稳压器处于电流限制状态、压差状态、热关断状态或输入电压低于最小  $V_{IN}$ 。

如果未使用快速启动功能，则应将 PGFB 连接至 IN 或 OUT 管脚。同时 PG 指示功能也会停用。

## 使能/欠压闭锁

使能/欠压闭锁管脚用于将稳压器置于低功率关断模式。CM6111 在 EN/UV 管脚具有一个精准的 1.24V 启动阈值和 80mV 的迟滞。该阈值可与一个从输入电源引出的电阻分压器一起为稳压器规定一个精确的欠压闭锁阈值。计算电阻分压器网络时，需要考虑电气规格表中阈值下的 EN/UV 管脚电流 ( $I_{EN}$ )：

$$V_{IN(UVLO)} = 1.24V \times \left(1 + \frac{R_{EN2}}{R_{EN1}}\right) + I_{EN} \times R_{EN2}$$

如果  $R_{EN1}$  小于 100k，EN/UV 管脚电流  $I_{EN}$  可忽略。不使用 EN/UV 管脚时，可将其连接至 IN。

## 可编程电源良好指示

如架构框图所示，PG 指示阈值可由用户采用两个外部电阻 ( $R_{PG1}$  和  $R_{PG2}$ ) 的阻值比来设置：

$$V_{OUT(PG\_THRESHOLD)} = 0.3V \times \left(1 + \frac{R_{PG2}}{R_{PG1}}\right) + I_{PGFB} \times R_{PG2}$$

如果 PGFB 管脚电压增至高于 300mV，则漏极开路 PG 管脚置为无效并变为高阻抗。当确定电阻分压器网络时，必须考虑电气规格表中的 PGFB 管脚电流 ( $I_{PGFB}$ )。如果  $R_{PG1}$  小于 30k，则 PGFB 管脚电流可忽略。如果未使用 PG 指示功能，可将 PG 管脚浮空。当输出电压低于 300mV 或设备关断时，PG 指示和快速启动功能被禁用。

如果关断模式下需要 PG 指示功能，可将 PG 电阻连接至 PG 管脚和 EN/UV 或 OUT 管脚之间。

## 外部可编程电流限值

ILIM 管脚的电流限制阈值为 300mV。在 ILIM 和 GND 之间连接一个电阻可设定自 ILIM 管脚流出的最大电流，同时又设置了 CM6111 的电流限值。编程比例因子为  $120mA \cdot k\Omega$  时，可按照如下公式计算电流限值：

$$\text{电流限值} = 120mA \cdot k\Omega / R_{ILIM}$$

例如，一个  $1k\Omega$  电阻可以把电流限值设置为 120mA，而一个  $2k\Omega$  的电阻可以把电流限值设置为 60mA。为了达到更高精确度，可采用开尔文连接方式将该电阻连接至 CM6111 的 GND 管脚。

## 多芯片并联

可通过并联多个 CM6111 以获得更高的输出电流。将所有 SET 管脚连接到一起，所有 IN 管脚连接到一起。使用小段 PCB 导线（用作镇流电阻）将 OUT 管脚连接到一起以平衡 CM6111 中的电流。

每个并联 CM6111 的低失调特性（最大 3mV）极大程度地减小了所需的镇流电阻值。如图 14 所示，各使用一个  $50m\Omega$  PCB 导线镇流电阻的 CM6111，可在满负载条件下提供优于 20% 的输出电流。在 400mA 的最大电流下，两个  $50m\Omega$  外部电阻仅增加 10mV 的输出调节压差。对于一个 3.3V 的输出，仅增加 0.3% 的误差。如前文所述，将 OUTS 管脚直接连接至输出电容。

还可以并联两个以上的 CM6111 以提供更好的输出电流并降低输出噪声。此外，并联多个 CM6111 也有利于在 PCB 板上散热。对于具有高输入至输出电压差的应用，还可以采用串联电阻或与 CM6111 并联的电阻来散热。

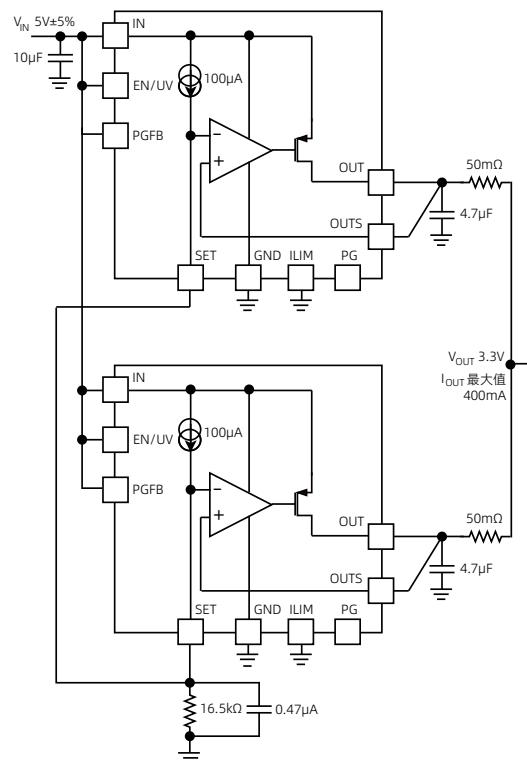


图 14 芯片并联

## 热特性

CM6111 具有内部功率限制和热限制电路，可在过载情况下保护芯片。热关断温度典型值为  $170^{\circ}\text{C}$ ，并具有约  $16.5^{\circ}\text{C}$  的迟滞。对于持续的负载情形，不可超过最大结温。应考虑从结温到环境温度的所有热阻源。根据应用要求，这包括结点到外壳、外壳到散热器界面、散热器电阻或 PCB 板至环境。此外，还应考虑靠近 CM6111 的所有热源。

MSOP 和 DFN 封装的底面具有从引线框架至芯片装架的裸露金属。这两种封装允许热量从芯片节点直接传递至 PCB 金属部分以限制最大工作结温。在 PCB 板的顶面（元器件面），管脚分布在芯片封装两侧，向外延伸可帮助散热。

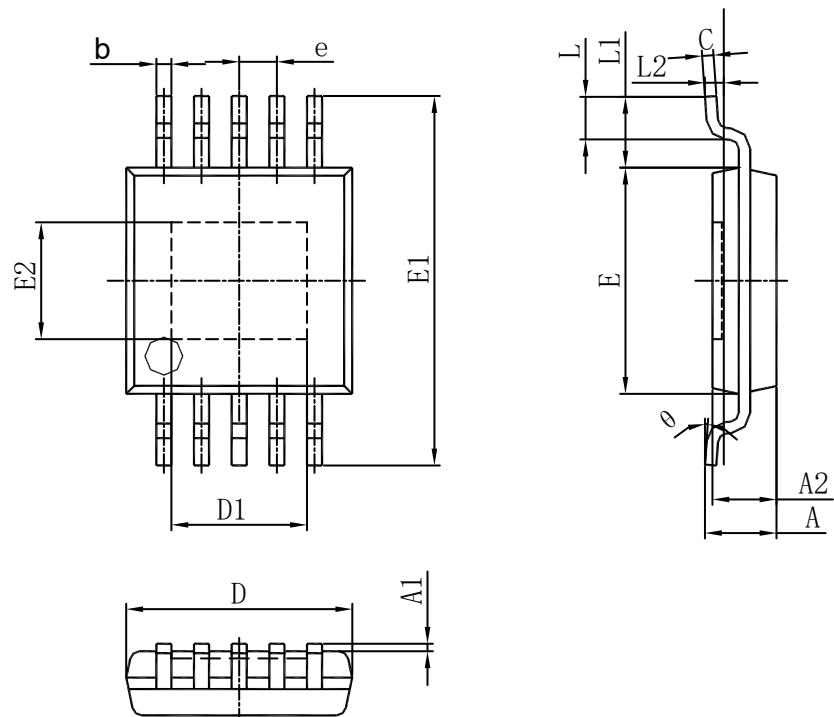
## | 封装及订购信息

### 封装形式

CM6111 采用 MSOP10 和 DFN10 封装。

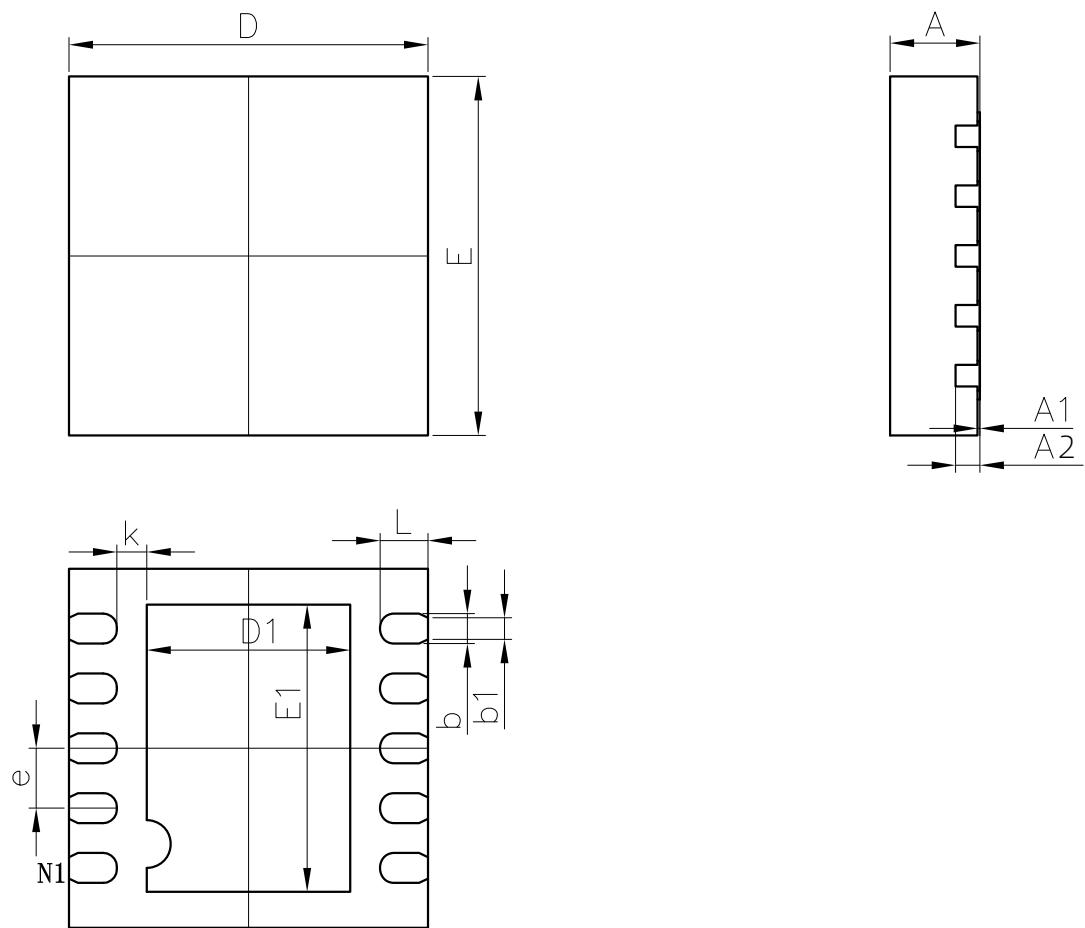
### 产品外形图

MSOP10



标识	尺寸 (毫米)		
	最小值	典型值	最大值
A	0.82	0.96	1.10
A1	0.02	0.09	0.15
A2	0.75	0.85	0.95
b	0.18	0.23	0.28
c	0.09	0.16	0.23
D	2.90	3.00	3.10
D1	1.70	1.80	1.90
e	0.50 (BSC)		
E	2.90	3.00	3.10
E1	4.75	4.90	5.05
E2	1.45	1.55	1.65
L	0.40	0.60	0.80
L1	0.95 (BSC)		
L2	0.25 (BSC)		
θ	0°	3°	6°

## DFN10



标识	尺寸(毫米)		
	最小值	典型值	最大值
A	0.70	0.75	0.80
A1	0	0.03	0.05
A2	0.20 (REF)		
D	2.92	3.00	3.08
D1	1.60	1.70	1.80
E	2.92	3.00	3.08
E1	2.30	2.40	2.50
b	0.20	0.25	0.30
b1	0.18 (REF)		
e	0.50 (BSC)		
k	0.25 (REF)		
L	0.32	0.40	0.48

## 订购信息

型号	温度范围	封装	包装	包装数量
CM6111-MSOTA	-40°C~125°C	MSOP10	Reel	4000
CM6111-DFNTA	-40°C~125°C	DFN10	Reel	5000